

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

О.П. Колонтаєвський

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних завдань
з курсу
«ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА»**

**(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання
спеціальності 6. 092100 – «Теплогазопостачання і вентиляція»)**

Харків – ХНАМГ – 2008

Методичні вказівки до виконання практичних завдань з курсу «Організація будівництва» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 6.092100 – «Теплогазопостачання і вентиляція») / Укл.: Колонтаєвський О.П. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 30 с.

Укладач: О.П. Колонтаєвський.

Рецензент: проф., к.е.н. Є.М. Кайлюк

Рекомендовано кафедрою менеджменту та маркетингу в міському господарстві, протокол № 14 від 02.07.2008 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Загальні зауваження.....	4
1. Практичне заняття № 1. Принципи раціональної організації виробничого процесу.....	5
2. Практичне заняття № 2. Організація виробничого процесу в часі.....	8
3. Практичне заняття № 3. Поточна організація будівельного виробництва.....	10
4. Практичне заняття № 4. Сітьове моделювання будівельного виробництва.....	15
Список літератури.....	21
Додатки.....	22

Загальні зауваження

1. Практичну роботу студентів з курсу «Організація будівництва» організують відповідно до навчального плану за фахом «Теплогазопостачання і вентиляція». Практична робота містить у собі:

- а) виконання практичних завдань;
- б) самостійну роботу в аудиторіях під керівництвом викладача;

2. Студенти вибирають номер свого завдання (варіант) відповідно до даних таблиць Додатку за останньою та передостанньою цифрами номера залікової книжки.

3. Основне завдання практичної роботи з дисципліни – закріплення знань, отриманих у процесі конспектування лекцій та вивчення літератури.

4. По кожній темі дисципліни передбачено виконання практичних завдань, вирішення задач, проведення викладачем опитування з теоретичної частини прочитаних ним лекцій і законспектованої самостійно студентами однієї з тем дисципліни, тестування.

Практичне заняття № 1

ТЕМА: Принципи раціональної організації виробничого процесу

МЕТА: придбати практичні навички розрахунку показників, що характеризують рівень організації виробничих процесів.

Завдання 1

Тривалість виробничого циклу виготовлення залізобетонних конструкцій складає N робочих діб. Тривалість міжопераційних і міжцехових перерв дорівнює t_1 і t_2 год. відповідно. Режим роботи підприємства — тризмінний, тривалість зміни — 8 годин.

Необхідно визначити ступінь безперервності виробничого процесу виготовлення залізобетонних конструкцій.

Вирішення

♦ **Принцип безперервності** передбачає скорочення до можливого мінімуму перерв у процесі виробництва продукції. Повністю цей принцип реалізується на підприємствах хімічної, харчової, металургійної промисловості, на безперервних потокових та роторно-конвеєрних лініях.

Безперервність є однією з найважливіших умов скорочення термінів виготовлення продукції і підвищення рівня використання виробничої потужності. Ступінь безперервності вимірюють коефіцієнтом безперервності, який розраховують за формулою

$$k_{\sigma} = 1 - P / T_{\sigma}, \quad (1)$$

де P — час перерв;

T_{σ} — тривалість виробничого циклу виготовлення продукції.

Завдання 2

Тривалість виробничого циклу виготовлення поліграфічної машини 2РСК-70 складає N робочих діб. Тривалість міжопераційних і міжцехових перерв дорівнює t_1 і t_2 год. відповідно. Режим роботи підприємства — двозмінний, тривалість зміни — T годин.

Необхідно визначити ступінь безперервності виробничого процесу виготовлення поліграфічної машини 2РСК-70.

Завдання 3

Тривалість виробничого циклу виготовлення підйимального крана КШ-50 дорівнює N робочим дням. Час виконання транспортних операцій — t_{mp} годин. Режим роботи підприємства — n -змінний, тривалість зміни — 8 годин.

Необхідно оцінити рівень прямоточності виробничого процесу виготовлення підйимального крана КШ-50.

Вирішення

♦ **Прямоточність** полягає в забезпеченні найкоротшого шляху проходження деталей і складальних одиниць у процесі виробництва продукції.

При цьому мають бути вилучені зворотні рухи предметів праці. Прямоточність досягається раціональним розташуванням будинків і споруд на території підприємства, а також розміщенням обладнання і робочих місць у ході технологічного процесу. Найбільш повно прямоточність досягається при організації потокового виробництва.

Прямоточний рух предметів праці забезпечує скорочення тривалості виробничого циклу, зниження потреби в оборотних коштах і, як наслідок, поліпшення більшості техніко-економічних показників діяльності підприємства.

Ступінь прямоточності вимірюють однойменним коефіцієнтом, який розраховують за формулою

$$k_{np} = 1 - t_{mp} / T_{\text{ц}}, \quad (2)$$

де t_{mp} — тривалість операцій з внутрішньозаводського транспортування виробу

$$T_{\text{ц}} = N * n * t_{\text{зм}}, \quad (3)$$

де N — тривалість виробничого циклу виготовлення підйимального крана, днів;

n — кількість змін;

$t_{\text{зм}}$ — тривалість зміни.

Завдання 4

Технологічний процес пошиття чоловічого костюма складається з 24 операцій, частину з яких виконують паралельно. Тривалість технологічного циклу дорівнює 5,8 години. При паралельному суміщенні всіх операцій вона скоротиться до 4,2 години.

Необхідно розрахувати коефіцієнт паралельності технологічного процесу пошиття чоловічого костюма.

Вирішення

♦ **Паралельність** передбачає суміщення в часі виконання різних стадій (операцій) виробничого процесу з виготовлення того самого виробу.

Збільшення паралельності приводить до скорочення тривалості виробничого циклу. Даний принцип має особливо важливе значення при виготовленні виробів, що складаються з багатьох деталей і вузлів, послідовне виготовлення яких зайняло б занадто багато часу. Рівень паралельності виробничого процесу визначається коефіцієнтом паралельності, який розраховують за формулою

$$Kn = T_n / T_{\text{ц}}, \quad (4)$$

де T_n — витрати часу на виготовлення продукції при паралельному суміщенні операцій;

$T_{\text{ц}}$ — фактичні витрати часу на той же процес.

Завдання 5

Виробнича потужність складального цеху заводу радіально-свердлильних верстатів складає N_1 шт. верстатів за рік. Потужність механічного цеху — N_2 машино-комплектів. Норма витрати лиття на один машино-комплект — m кг. Потужність ливарного цеху — M кг лиття за рік.

Необхідно.

- 1) оцінити ступінь пропорційності між технологічно суміщеними цехами підприємства;
- 2) виявити «вузьке місце» у виробництві; 3) зробити відповідні висновки й рекомендації.

Вирішення

♦ **Пропорційність** полягає в досягненні рівної пропускної здатності усіх виробничих підрозділів, технологічно пов'язаних між собою. Наприклад, заготівельне і обробне виробництва повинні мати однакову виробничу потужність; потужності допоміжних і обслуговуючих цехів та господарств мають відповідати потужності основного виробництва. Дотримання цього принципу забезпечує безперебійний хід виробництва, найбільш повне використання виробничої потужності, запобігає виникненню «вузьких» місць у виробництві. Для оцінки рівня пропорційності між двома технологічно суміщеними виробничими підрозділами використовують коефіцієнт суміщення:

$$k_c = ВП_1 / ВП_2, \quad (5)$$

де $ВП_1$, $ВП_2$ — виробнича потужність підрозділів, між якими визначається сумісність у прийнятих одиницях виміру.

- 1) Знайти потужність ливарного цеху,
- 2) Розрахувати коефіцієнти суміщення,
- 3) Розрахувати коефіцієнт пропорційності:

$$k_{np} = ВП_{min} / ВП_{max} \quad (6)$$

де $ВП_{min}$, $ВП_{max}$ — мінімальна й максимальна виробнича потужність підрозділів, між якими визначається сумісність у прийнятих одиницях виміру.

Завдання 6

На основі планових і звітних даних про обсяги випуску продукції ВАТ «Кедр» за календарні періоди звітного місяця (табл. 1.6) треба виконати оцінку ритмічності виробництва окремих видів продукції.

Вирішення

♦ **Ритмічність** полягає у забезпеченні випуску за рівні проміжки часу однакового чи рівномірно наростаючого обсягу продукції на всіх стадіях і операціях.

Ритмічність забезпечується високою технологічною дисципліною, раціональною організацією і обслуговуванням робочих місць, надійною

роботою обладнання, застосуванням прогресивних систем оперативно-виробничого планування і регулювання виробництва.

Ритмічність виробництва дозволяє найповніше використовувати виробничу потужність підприємства, забезпечувати заданий рівень якості продукції і знижувати її собівартість. Для оцінки ступеня ритмічності застосовують однойменний коефіцієнт ($k_{\text{ритм}}$):

$$k_{\text{ритм}} = \sum V_{\phi}^i / \sum V_n^i, \quad (7)$$

де $\sum V_{\phi}^i$ - фактичний обсяг випуску продукції за i -й відрізок часу (квартал, декаду, день), що не перевищує запланований (понад плану не враховується);

$\sum V_n^i$ - плановий обсяг випуску продукції за i -й відрізок часу.

Для розрахунку коефіцієнта ритмічності розподіл обсягу продукції за календарними відрізками планового періоду (кварталах, місяцях, декадах) здійснюють пропорційно кількості робочих днів у кожному i -му відрізку часу.

Практичне заняття № 2

ТЕМА: Організація виробничого процесу в часі

МЕТА: придбати практичні навички розрахунку тривалості виробничих процесів за допомогою електронної таблиці Microsoft Office Excel 2003.

Завдання 1

Технологічний процес виготовлення деталі «Ковпак» до радіально-свердлильних верстатів 2A554 і 2A532 складається з восьми операцій. Нормативна трудомісткість операцій становить відповідно №1 - t_{mex}^1 хв., № 2 - t_{mex}^2 хв., №3 - t_{mex}^3 хв., № 4 - t_{mex}^4 хв., № 5 - t_{mex}^5 хв., № 6 - t_{mex}^6 хв., № 7 - t_{mex}^7 хв., №8 - t_{mex}^8 хв. (табл. 2.1). Операції № 4-6 виконуються на агрегатному верстаті.

На основі вихідних даних необхідно визначити тривалість технологічного циклу виготовлення деталі «Ковпак».

Вирішення

При одночасному виконанні ряду операцій на агрегатних верстатах тривалість технологічного циклу (t_{mex}) розраховують за формулою

$$t_{\text{mex}} = t_{\text{mex1}} + t_{\text{mex2}}, \quad (8)$$

де t_{mex1} — тривалість технологічного циклу операцій, виконуваних на агрегатному верстаті;

t_{mex2} — тривалість операцій, виконуваних диференційовано.

При цьому

$$t_{\text{mex1}} = \max (t_{oi}), \quad (9)$$

де $\max (t_{oi})$ — час виконання операції максимальної тривалості з усіх виконуваних паралельно на агрегатному верстаті.

Завдання 2

Технологічний процес виготовлення втулок складається з п'яти операцій, тривалістю v ; w ; x ; y ; z хвилин відповідно. Деталі виготовляються партіями по n шт. Кількість робочих місць на кожній операції становить 2, 1, 1, 2, 2 відповідно.

На основі вихідних даних необхідно:

- 1) визначити тривалість технологічного циклу виготовлення партії деталей при послідовному виді руху;
- 2) побудувати графік технологічного циклу при послідовному виді руху деталей.

Вирішення

При послідовному суміщенні операцій тривалість технологічного циклу (t_{mex}^{noc}) розраховують за формулою

$$t_{mex}^{noc} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{q_i}, \quad (10)$$

де m — кількість операцій;

t_i — нормативний час, що витрачається на обробку однієї деталі на i -й операції;

q_i — кількість робочих місць на i -й операції;

n — кількість деталей у партії.

Завдання 3

Технологічний процес виготовлення шестерень складається з шести операцій, тривалість яких дорівнює u ; v ; w ; x ; y ; z хвилин відповідно. Деталі виготовляють партіями по n шт. З операції на операцію деталі передаються транспортними партіями по p штук. Кількість робочих місць на кожній операції складає 1, 2, 1, 2, 2, 1 відповідно.

На основі наведених даних необхідно: 1) визначити тривалість технологічного циклу виготовлення партії деталей при паралельному суміщенні операцій; 2) побудувати графік технологічного циклу при паралельному виді руху деталей.

Вирішення

При паралельному русі предметів тривалість технологічного циклу (t_{mex}^{nap}) розраховують за формулою

$$t_{mex}^{nap} = p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{q_i} + (n - p) \left(\frac{t_i}{q_i} \right)_{\max}, \quad (11)$$

де p — розмір транспортної партії;

$\left(\frac{t_i}{q_i} \right)_{\max}$ — час, що витрачається на обробку однієї деталі на i -й операції;

q_i – кількість робочих місць на i -й операції;
 n – кількість деталей у партії.

Завдання 4

Технологічний процес виготовлення шестерень складається з шести операцій, тривалість яких дорівнює $u; v; w; x; y; z$ хвилин відповідно. Деталі виготовляють партіями по n шт. З операції на операцію деталі передаються транспортними партіями по p штук. Кількість робочих місць на кожній операції складає 1, 1, 2, 1, 2, 2 відповідно.

На основі наведених даних необхідно: 1) визначити тривалість технологічного циклу виготовлення партії деталей при паралельно-послідовному суміщенні операцій; 2) побудувати графік технологічного циклу при паралельно-послідовному виді руху.

Вирішення

При паралельному русі предметів тривалість технологічного циклу (t_{mex}^{noc}) розраховують за формулою

$$t_{mex}^{n-n} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{q_i} - \sum_{i=1}^{m-1} t_{ci} = t_{mex}^{noc} - \sum_{i=1}^{m-1} t_{ci}, \quad (12)$$

де t_{ci} — тривалість i -го суміщення виконання операцій з обробки партії деталей.

$$\text{або } t_{mex}^{n-n} = t_{mex}^{noc} - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{q_i} \right) k, \quad (13)$$

де $\sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{q_i} \right) k$ — сумарний час виконання коротких операцій.

Практичне заняття № 3

ТЕМА: Поточна організація будівельного виробництва

МЕТА: придбати практичні навички розрахунку тривалості поточних виробничих процесів.

Завдання 1

Доведіть ефективність потокового методу будівництва, порівнявши його з послідовним і паралельним методами на підставі вихідних даних табл. В.1.

Необхідно звести житловий мікрорайон, що включає в себе два жилих будинка, магазин і спортивний комплекс. Зведення кожного будинку включає три етапи: нульовий цикл, зведення надземної частини, опоряджувальні роботи, що мають однакову тривалість виконання. Кількість робітників у бригадах, зайнятих на виконанні робіт, приймаємо рівною.

Вирішення

Тривалість будівництва m будинків при *послідовному методі* (рис. 1):

$$T_{\text{посл}} = m * T_{\text{ц}}, \quad (14)$$

Інтенсивність споживання ресурсів в одиницю часу:

$$J_{\text{посл}} = \sum Q / T_{\text{посл}}, \quad (15)$$

де: $\sum Q$ - загальні витрати ресурсів на будівництво m будинків.



Рис. 1 – Послідовний метод будівництва будинків

Паралельний метод (рис. 2) значно прискорює виробництво. При цьому методі однотипні роботи виконують одночасно на різних об'єктах, тривалість будівництва дорівнює часу будівництва одного об'єкта ($T_{\text{пар}} = T_{\text{ц}}$); інтенсивність споживання матеріально-технічних ресурсів найбільша. При паралельному методі одночасно починається і закінчується будівництво усіх будинків.

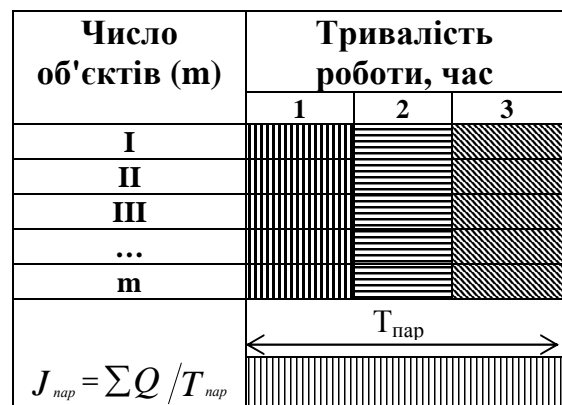


Рис. 2 – Паралельний метод

При потоковому методі для зведення m будинків (рис. 3) технологічний процес зведення об'єктів розчленовують на n складових процесів.

При потоковому методі організації будівництва потрібно менше часу, ніж при послідовному ($T_{\text{пот}} < m * T_{\text{ц}}$), а максимальна інтенсивність споживання ресурсів менше, ніж при паралельному ($J_{\text{пот}} < J_{\text{пар}}$).

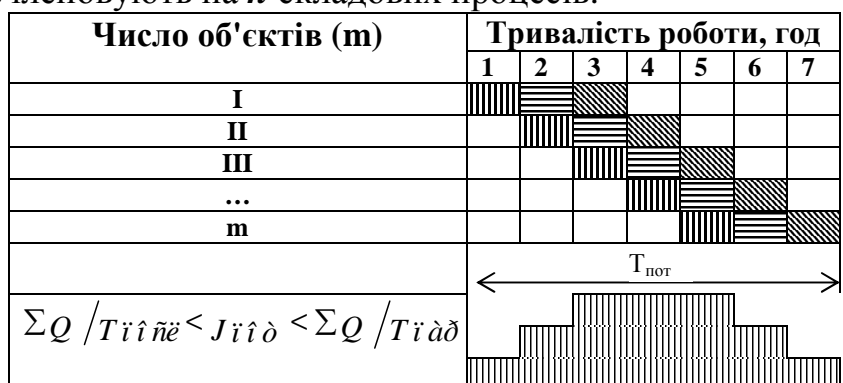


Рис. 3 – Потоковий метод зведення будинків

Завдання 2

Будівництво об'єкта виконують 4 бригади на 4-х захватках. Тривалість роботи першої бригади на всіх захватках однакова й становить n_1 одиниць часу, другий – n_2 , третьої – n_3 , четвертої – n_4 . Тривалості за варіантами подані в табл. В.2 Додатку.

Розрахувати тривалість будівництва матричним методом.

Вирішення

Розрахунок тривалості та всіх інших параметрів потоку з використанням матриць виконують у такому порядку. У середину кліток матриці, наведеної на рис. 4, записують тривалості робіт бригад на захватках.

Число захваток, т	Номер бригади, і			
	1	2	3	4
I	0 1 1	1 3 4	7 2 9	12 1 13
II	1 1 2	4 3 7	9 2 11	13 1 14
III	2 1 3	7 3 10	11 2 13	14 1 15
IV	3 1 4	10 3 13	13 2 15	15 1 16
	4	12	8	4

Рис. 4 - Розрахунок різноритмічного потоку з використанням матриці

Розрахунок виконують у такій послідовності. Спочатку наприкінці кожного стовпця проставляють тривалість роботи бригад $\sum k_i$, для чого підсумовують тривалості робіт на всіх захватках. Так, для 1-й бригади ця тривалість дорівнює 4 од. часу, для 2-й - 12 од. часу й т.д. Потім у верхній лівий кут першої клітки заносять час початку роботи 1-й бригади на I захватці (за початок відліку звичайно приймають нуль), а в нижній правий кут - закінчення роботи бригади, що дорівнює часу початку роботи плюс її тривалість.

Час закінчення роботи на I захватці вважається початком роботи цієї бригади на II захватці, тому цей час без змін переносять у лівий верхній кут другої клітки цього ж стовпця (див. рис. 4).

Підсумовуючи цей час з тривалістю роботи на II захватці, визначають час закінчення роботи. Цей час записують в нижній правий кут другої клітки. Таким чином, розраховуємо початки й закінчення робіт на всіх захватках 1-ї бригади. Подальший розрахунок по стовпцях ведуть залежно від тривалості роботи бригад. Якщо тривалість роботи наступної бригади більше тривалості

роботи попередньої, то розрахунок виконують зверху вниз, а якщо менше, то знизу вгору.

З рис. 4 виконують, що загальна тривалість робіт 2-ї бригади більше тривалості робіт 1-ї бригади ($12 > 4$), тому розрахунок початків і закінчень робіт 2-ї бригади на захватках починають зверху вниз, тобто з моменту, коли звільниться I захватка.

Для цього з нижнього кута першої клітки першого стовпця час, що характеризує закінчення робіт на I захватці, переносимо в лівий верхній кут першої клітки другого стовпця. Далі розрахунок у стовпці аналогічний попередньому.

Оскільки що тривалість роботи 3-ї бригади менше тривалості роботи 2-ї бригади ($8 < 12$), то розрахунок початку і закінчення робіт 3-ї бригади ведемо знизу вгору. Для цього спочатку в лівий кут останньої клітки третього стовпця переносимо час закінчення робіт 2-ї бригади на останній захватці. Одночасно цей час переносимо в правий нижній кут вище лежачої клітки, де цей час відповідає закінченню роботи 3-ї бригади на попередній захватці.

Початок роботи бригади на цій захватці визначаємо як різницю між цим часом і тривалістю роботи бригади на захватці. Аналогічно заповнюємо всі клітки матриці.

Цифра в нижньому куті останньої клітки матриці показує загальну тривалість виконання робіт.

У розглянутому прикладі вона дорівнює 16 одиниць часу. Після розрахунку параметрів потоку з використанням матриці, для наочності цього ж прикладу будуємо циклограму потоку (рис. 5).

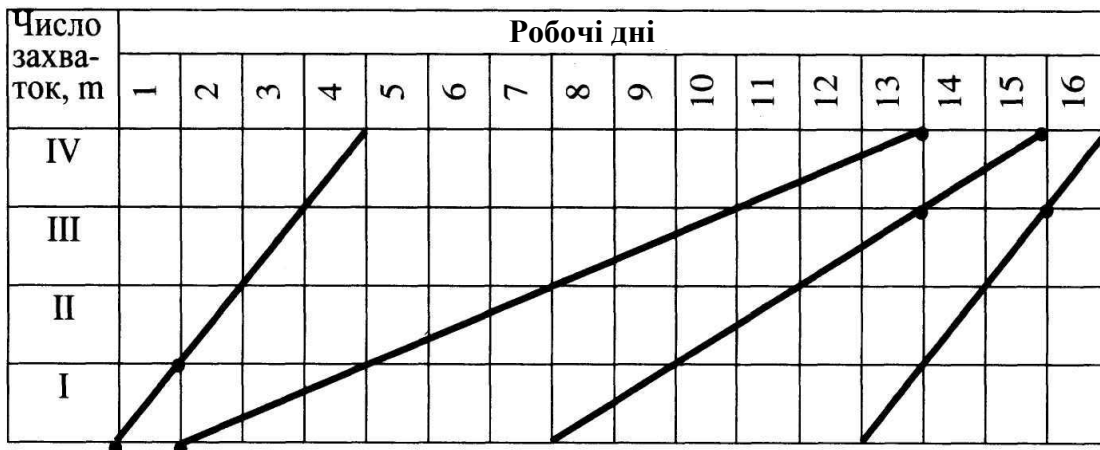


Рис. 5 - Циклограма потоку

Завдання 3

Будівництво об'єкта виконують 4 бригади на 4-х захватках. Тривалість роботи бригад на захватках різна. Тривалості за варіантами наведені в табл. В.3.

Розрахувати тривалість будівництва матричним методом.

Вирішення

Розрахунок параметрів неритмічних потоків з використанням матриць аналогічний розрахунку різноритмічних, за винятком того, що в процесі розрахунків необхідно визначати для кожної пари суміжних бригад місце їх критичного зближення, яке на відміну від різноритмічних потоків може знаходитися на будь-якій захватці.

Розрахуємо для прикладу параметри неритмічного потоку, інформація про який подана в матриці (рис. 6). На першому етапі розрахунку визначаємо місця критичних зближень кожної пари суміжних бригад (приватних потоків). Для цього знаходимо найбільшу тривалість виконання робіт на захватках цими двома бригадами шляхом підсумовування тривалостей їх робіт на захватках за умови, що критичне зближення знаходиться спочатку на 1, далі на II і т.д. захватці. Результати підсумовування (за схемою, наведеній на рис. 6) записуємо в останній нижній рядок матриці у вигляді стовпців (див. рис. 7).

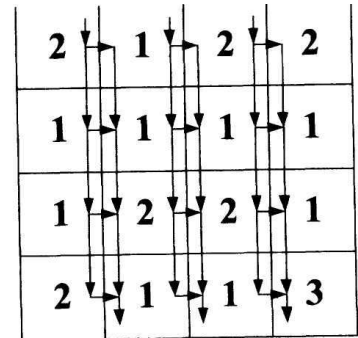


Рис. 6 - Матриця з інформацією неритмічного потоку

Наприклад, для 1-й і 2-й бригад ці тривалості рівні наступним значенням за умови, що критичне зближення знаходиться на 1 захватці - $2 + 1 + 1 + 2 + 1 = 7$; на II захватці - $2 + 1 + 1 + 2 + 1 = 7$; на III захватці - $2 + 1 + 1 + 2 + 1 = 7$; на IV захватці - $2 + 1 + 1 + 2 + 1 = 7$.

Число захваток, m	Номер бригади, i				$\sum k_j$	$\sum t_{пер,j}$	$\sum k_j + t_{пер,j}$
	1	2	3	4			
I	0 2 2	2 0 3	3 0 5	5 0 7	7	0	7
II	2 1 3	3 0 4	5 1 6	7 1 8	4	2	6
III	3 1 4	4 0 6	6 0 8	8 0 9	6	0	6
IV	4 2 6	6 0 7	8 1 9	9 0 12	7	1	8
$\sum k$	6	5	6	7	24	3	27
$\sum t_{пер,i}$	0	2	1		$C = \sum k_j / (\sum k_j + \sum t_{пер,j}) = 24/27 = 0,889$		
	7	7	9				
	7	6	8				
	7	7	9				
	7	6	9				

Рис. 7 - Розрахунок неритмічного потоку з використанням матриці

Всі значення з одержаних сум однакові. Це значить, що критичне зближення двох даних бригад знаходиться на всіх чотирьох захватках. Аналогічно знаходимо місця критичних зближень всіх інших пар бригад.

Для 2-ї і 3-ї бригад знаходимо на I захватці - $1+2+1+2+1=7$; на II захватці $1+1+1+2+1=6$; на III захватці - $1+1+2+2+1=7$; на 4 захватці - $1+1+2+1+1=6$. Найбільше значення з одержаних сум рівне 7. Це значить, що критичне зближення 2-ї і 3-ї бригад знаходиться на I і III захватках.

Для 3-ї і 4-ї бригад відповідно знаходимо на I захватці - $2+2+1+1+3=9$; на II захватці - $2+1+1+1+3=8$; на III захватці - $2+1+2+1+3=9$; на IV захватці - $2+1+2+1+3=9$.

Найбільше значення з одержаних сум рівне 9 в трьох випадках. Це значить, що критичне зближення 3-ї і 4-ї бригад знаходиться на I, III і IV захватках. Після визначення місць критичних зближень розрахунков починаємо з тих кліток матриці, на яких встановлено критичне зближення. Сам розрахунок аналогічний розглянутому вище для різноритмічного потоку.

Циклограма неритмічного потоку, розрахованого з використанням матриці, наведена на рис. 8.

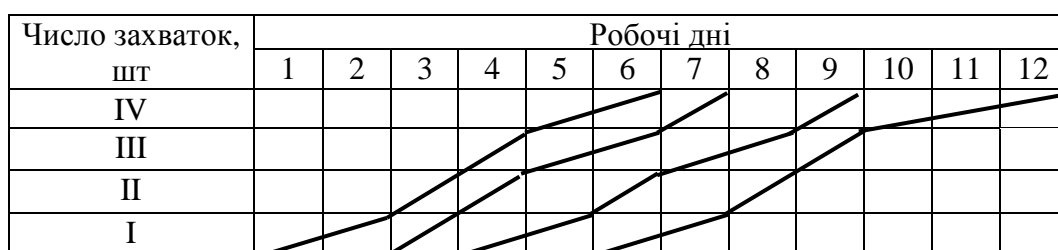


Рис. 8 - Циклограма неритмічного потоку, розрахованого з використанням матриці

Оцінку якості запроєктованих потоків проводять з використанням різних критеріїв, до яких відносяться: тривалість потоку; ступінь сполучення робіт; рівень рівномірності будівельного потоку.

Практичне заняття № 4

ТЕМА: Сітьове моделювання будівельного виробництва

МЕТА: придбати практичні навички розрахунку сітьових графіків виробничих процесів.

Завдання 1

На підставі вихідних даних (табл. Г.1 Додатку) скласти й розрахувати сітьовий графік «вершини-роботи».

Вирішення

1. Розраховуємо ранні початки й закінчення послідовно від вихідної до завершальної роботи. Ранній початок вихідної роботи дорівнює 0, раннє закінчення (t^{p3}) - сумі раннього початку (t^{pn}) і тривалості роботи (t):

$$t^{p3} = t^{pn} + t, \quad (16)$$

Для розрахунку сіткового графіка «вершини-роботи» прямокутник, що зображує роботу, ділять на сім частин (рис. 9). У верхніх трьох частинах прямокутника записують ранній початок, тривалість і раннє закінчення роботи, в трьох нижніх пізніше початок, резерви часу й пізніше закінчення. Центральна частина містить код (номер) і найменування роботи.

t^{pn}	t	t^{po}
Код і найменування роботи		
t^{nn}	R/r	t^{no}

Рис. 9 – Робота в сітловому графіку «вершини-роботи»

Ранній початок наступної роботи дорівнює ранньому закінченню попередньої роботи. Якщо даній роботі безпосередньо передують кілька робіт, то її ранній початок буде дорівнювати максимальному з ранніх закінчень попередніх робіт:

$$t^{pn} = \max \{ t_{\text{преди}}^{po} \}. \quad (17)$$

Таким чином, визначаються ранні строки всіх робіт сіткового графіка й заносять у верхні праву й ліву частини (див. приклад на рис. 10).

Раннє закінчення завершальної роботи визначає тривалість критичного шляху.

Розрахунок пізніх строків ведуть у зворотному порядку від завершальної до вихідної роботи. Пізнє закінчення завершальної роботи дорівнює її ранньому закінченню, тобто тривалості критичного шляху. Пізній початок визначають як різницю пізнього закінчення і тривалості:

$$t^{nn} = t^{no} - t. \quad (18)$$

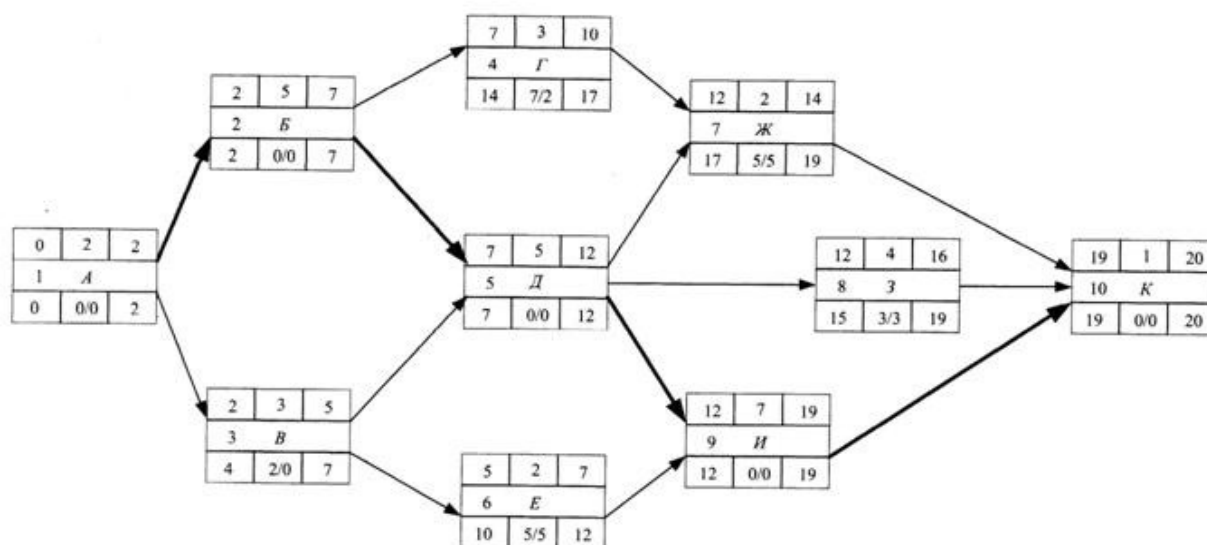


Рис. 10 – Приклад розрахунку сіткового графіку «вершини-роботи».

Пізній початок наступних робіт стає пізнім закінченням попередніх робіт. Якщо за даною роботою безпосередньо йдуть кілька робіт, то її пізнє закінчення буде дорівнювати мінімальному з пізніх початків наступних робіт:

$$t^{no} = \min\{t_{посл}^{nn}\}. \quad (19)$$

Подібним чином визначають пізні строки всіх робіт сітьового графіка й записують в ліві й праву нижні частини.

Повний резерв часу, рівний різниці пізніх і ранніх строків, заносять в чисельник середини нижньої частини:

$$R = t^{nn} - t^{pn} = t^{no} - t^{po}. \quad (20)$$

Вільний резерв часу, рівний різниці між мінімальним раннім початком наступних робіт і раннім закінченням даної роботи, записують в знаменник середини нижньої частини:

$$r = \min\{t_{посл}^{pn}\} - t^{po}. \quad (21)$$

Вільний резерв завжди менше або дорівнює повному резерву роботи.

Послідовність робіт з нульовими резервами часу є критичним шляхом сітьового графіка.

Завдання 2

На підставі вихідних даних (табл. Г.2 Додатку) скласти й розрахувати сітьовий графік «вершини-події» в табличній формі.

Вирішення

1. Пронумерувати всі події в такий спосіб: номер початкової події кожної роботи повинен бути менше номера її кінцевої події. Вихідній події присвоюють перший номер, а всі наступні події одержують номери в порядку зростання від вихідного до завершальних (рис. 11). Після нумерації кожна робота одержує свій код, що відповідає номерам її початкової і кінцевої подій.

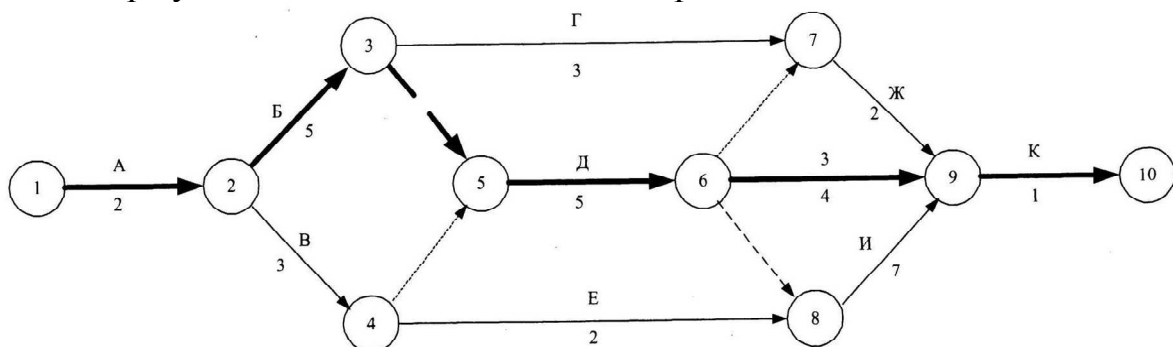


Рис. 11 – Приклад сітьового графіку «вершини-події»

2. Вихідні дані з графіка для розрахунку одночасно занести в графи 1, 2 і 3 таблиці (див. табл. 1). У графу 1 заносять номери початкових подій попередніх робіт. У графу 2 заносять коди робіт і залежностей у порядку зростання початкових номерів подій, тобто спочатку роботи, що виходять із події 1, потім з події 2 і т.д. У графі 3 проставляються тривалості робіт.

Таблиця 1 – Приклад розрахунку сітьового графіка в таблиці

Номери начальних подій попередніх робіт	Код робіт (іj)	Тривалості робіт	Ранній початок робіт $t_{i,j}^{pn}$	Раннє закінчення робіт $t_{i,j}^{po}$	Пізній початок робіт $t_{i,j}^{nn}$	Пізнє закінчення робіт $t_{i,j}^{no}$	Повний резерв часу робіт $R_{i,j}$	Вільний резерв часу робіт $r_{i,j}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	(1,2)	2	0	2	0	2	0	0
1	(2,3)	5	2	7	2	7	0	0
1	(2,4)	3	2	5	4	7	2	0
2	(3,5)	0	7	7	7	7	0	0
2	(3,7)	3	7	10	14	17	7	2
2	(4,5)	0	5	5	7	7	2	2
2	(4,8)	2	5	7	10	12	5	5
3,4	(5,6)	5	7	12	7	12	0	0
5	(6,7)	0	12	12	17	17	5	0
5	(6,8)	0	12	12	12	12	0	0
5	(6,9)	4	12	16	15	19	3	3
3,6	(7,9)	2	12	14	17	19	5	5
4,6	(8,9)	7	12	19	12	19	0	0
6,7,8	(9,10)	1	19	20	19	20	0	0

3. Розрахувати ранні строки початку й закінчення робіт по таблиці зверху вниз. Ранній початок робіт, що виходять з першої події, *дорівнює нулю*. Раннє закінчення - сумі раннього початку й тривалості роботи:

$$t_{i,j}^{p3} = t_{i,j}^{pn} + t_{i,l} \quad (22)$$

Ранній початок наступних робіт дорівнює максимальному з ранніх закінчень попередніх робіт:

$$t_{i,k}^{pn} = \max t_{i,l}^{p3} \quad (23)$$

Максимальне раннє закінчення робіт, що входять у завершальну подію, визначає тривалість критичного шляху.

4. Розрахувати пізні строки початку й закінчення робіт й записати у графи 6 і 7 табл. 1 Розрахунок ведуть в таблиці знизу вгору. Для робіт, що входять у завершальну подію, пізніше закінчення дорівнює тривалості критичного шляху.

Пізній початок будь-якої роботи визначається різницею між її пізнім закінченням і тривалістю:

$$t_{i,j}^{nn} = t_{i,j}^{no} - t_{i,j}. \quad (24)$$

Пізнє закінчення будь-якої роботи дорівнює найменшому пізньому початку наступних робіт:

$$t_{i,j} = \min t_{i,j}^{nn}. \quad (25)$$

5. Розрахувати повний резерв часу як різницю пізніх і ранніх строків:

$$R_{i,j} = t_{i,j}^{nz} - t_{i,j}^{pz} = t_{i,j}^{nn} - t_{i,j}^{pn}. \quad (26)$$

У робіт критичного шляху повний резерв часу дорівнює нулю.

6. Розрахувати вільний резерв часу як різницю між раннім початком наступної роботи й раннім закінченням даної роботи і занести в графу 9 табл. 1:

$$r_{i,j} = t_{j,k}^{pn} - t_{i,j}^{pz}. \quad (27)$$

Вільний резерв часу роботи завжди менше або дорівнює її повному резерву:

$$r_{i,j} \leq R_{i,j}. \quad (28)$$

Завдання 3

На підставі вихідних даних (табл. Г.3 Додатку) розрахувати тривалість будівництва безпосередньо на сітьовому графіку. Перевірити на сітьовій моделі за допомогою комп'ютера.

Вирішення

Спочатку визначають ранні початки робіт сітьового графіка. Розрахунок ведуть зліва направо від початкової до завершальної події. У лівий сектор висхідної події (1) (рис. 12) записують «0», оскільки ранній початок робіт, що виходять з цієї події, рівний нулю. Біля початкових робіт сітьового графіка немає попередніх робіт, тому в нижній сектор також записують «0».

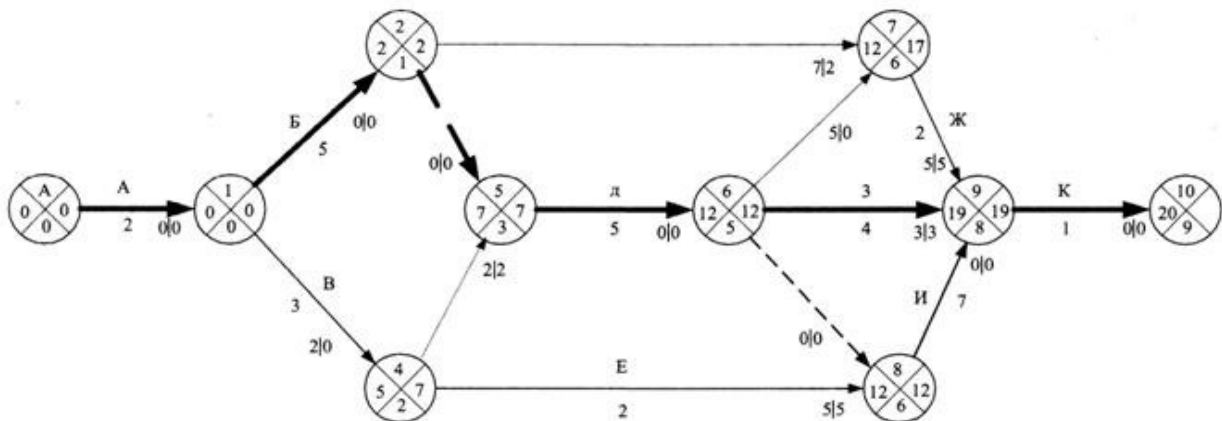


Рис. 12 – Приклад розрахунку на сітьовому графіку «вершини-події».

Ранній початок наступних робіт рівний максимальному ранньому закінченню попередніх робіт, тобто максимальній сумі раннього початку і тривалості попередніх робіт:

$$t_{j,k}^{pn} = \max\{t_{i,j}^{pn} + t_{i,j}\}. \quad (29)$$

У лівий сектор події (7) записують 12 - ранній початок роботи (7,9), у нижній пишуть 6 - номер події, з якої до даної йде максимальний шлях. Так само визначають ранні початки всіх робіт. Роботи, що виходять з однієї події, мають однакові ранні початки.

У лівий сектор завершальної події (10) заносять максимальну величину з сум ранніх початків і тривалості завершальних робіт - це й буде тривалість критичного шляху. Для даного прикладу: $T_{кр} = t_{9,10}^{pn} - t_{9,10}^{po} = 19 + 1 = 20$. У лівий сектор події (10) заносимо 20, в нижній - подія (9).

Далі визначають критичні роботи. Критичний шлях завершує подію (10), в нижньому секторі якої записано 9. Отже подія (9) також знаходиться на критичному шляху, в нижньому секторі якого записано 8, тобто критичний шлях проходить через подію (8), в нижньому секторі якої стоїть цифра 6, значить і подія (6) лежить на критичному шляху і т.д. до висхідної події. Критичний шлях в даному прикладі проходить події (1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10), критичні роботи: (1,2); (2,3); (3,5); (5,6); (6,8); (8,9); (9,10). Пізні закінчення робіт визначають справа наліво від завершального до висхідної події.

Пізнє закінчення завершальних робіт рівне тривалості критичного шляху, тому в правий сектор події (10) проставляють 20.

Пізнє закінчення попередніх робіт рівне мінімальній різниці пізніх закінчень і тривалості наступної роботи:

$$t_{i,j}^{no} = \min\{t_{j,k}^{no} - t_{j,k}\}.$$

У правий сектор події (4) записують 7. Всі роботи, що входять в одну подію, мають однакові пізні закінчення.

Після розрахунку ранніх і пізніх термінів визначають резерви часу.

Повний резерв часу роботи рівний різниці між пізнім закінченням і сумою раннього початку і тривалості цієї роботи:

$$R_{i,j} = t_{i,j}^{no} - (t_{i,j}^{pn} + t_{i,j}).$$

Вільний резерв часу роботи рівний різниці між раннім початком наступної роботи і сумою раннього початку і тривалості даної роботи:

$$r_{i,j} = t_{j,k}^{no} - (t_{i,j}^{pn} + t_{i,j}).$$

Резерви часу робіт і залежностей записують на графіку під стрілкою: повний резерв зліва, вільний справа.

Список літератури:

1. Єгупов Ю.А. Організація виробництва на промисловому підприємстві. Навчальний посібник. – К.: Центр навч. літ-ри, 2006. – 488 с.
2. Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За ред. С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
3. Организация строительного производства: Учебник для вузов / Т.Н. Цай, П.Г. Грабовый, В.А. Большаков и др. - М: Изд-во АСВ, 1999. – 432 с.
4. Тянь Р.Б., Багрова І.В. Організація виробництва: Навч. посібник / За ред. д-ра екон. наук, проф. Багрової І.В. – К.: Центр навч. літ-ри, 2005. – 248с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 - Вихідні дані до завдання 1

Найменування показника	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тривалість виробничого циклу (N), днів	7	6	8	9	7	8	9	7	8	9
Тривалість міжопераційних перерв, (t_1), год	7,4	7,5	6,5	7	6	5	6	8	6,5	7
Тривалість міжцехових перерв (t_2), год	18	11	13	15	12	14	16	13	15	15

Таблиця А.2 - Вихідні дані до завдання 2

Найменування показника	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тривалість виробничого циклу (N), днів	6,5	6	7,5	8,5	7	8	6	7	6,5	7,5
Тривалість міжопераційних перерв, (t_1), год	7,5	5	7	6	5,5	7	6	5	7	6,5
Тривалість міжцехових перерв, (t_2), год	15	16	14	17	15	16	14	12	15	17
Тривалість зміни (T), годин	8	8,2	8,5	8	8,3	8,5	8,2	8,1	8,3	8,2

Таблиця А.3 - Вихідні дані до завдання 3

Найменування показника	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тривалість виробничого циклу, (N), днів	34	30	27	28	23	28	22	19	26	27
Кількість змін, (n)	1	1	2	2	3	2	3	3	2	2
Час виконання транспортних операцій, t_{mp} , год	7,5	5	7	6	5,5	7	6	5	7	6,5

Таблиця А.4 - Вихідні дані до завдання 4

Найменування показника	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість операцій	24	23	25	23	24	26	23	22	23	25
Тривалість технологічного циклу, год	5,8	6,5	6,3	5,4	5,8	5,7	6,2	6,9	6,4	6,1
При паралельному суміщенні операцій, год	4,2	5,5	5,2	4,1	4,3	4,2	5,4	5,6	5,3	5,2

Таблиця А.5 - Вихідні дані до завдання 5

Найменування показника	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Виробнича потужність складального цеху, шт	3210	2900	2850	3050	3150	2750	2980	2750	2900	3080
Потужність механічного цеху, шт.	2340	2650	2750	2950	2560	2850	3020	2850	2650	2750
Норма витрат лиття на машино-комплект, кг	642	650	632	598	568	621	605	598	568	575
Потужність ливарного цеху, тис. кг	1920	1950	2050	1850	1785	1658	2065	2135	1890	1850

Таблиця А.6 - Вихідні дані до завдання 6

Найменування показника	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випуск продукції за планом										
Вікна І декада	27	26	25	26	24	25	26	27	28	26
II декада	21	22	22	22	21	23	21	23	22	21
III декада	21	22	21	21	22	22	22	22	21	21
Двері І декада	36	38	39	37	38	39	38	37	38	37
II декада	28	28	27	29	27	28	29	27	28	27
III декада	28	27	28	27	28	27	28	28	27	28
Фактичний випуск										
Вікна І декада	21	25	24	25	24	25	25	24	25	25
II декада	20	21	22	22	21	22	21	23	22	21
III декада	28	22	23	21	22	22	22	22	22	22
Двері І декада	29	32	35	36	35	36	36	38	38	37
II декада	31	28	29	28	29	29	28	29	28	29
III декада	32	27	28	28	29	28	29	28	29	28

* Календарний розподіл річних обсягів випуску продукції здійснено пропорційно кількості робочих днів у кожній декаді місяця.

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 - Вихідні дані до завдання 1

Найменування показника	Номер варіанта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Нормативна трудомісткість операцій, t_{tex} , хв. № 1	7	8	9	7	9	8	9	9	9	9	4	9	7	5	9
№ 2	6	7	8	8	9	9	8	8	8	7	5	8	9	8	6
№ 3	8	9	10	9	8	9	8	9	7	10	8	10	12	9	6
№ 4	8	8	12	10	7	10	10	11	8	12	9	12	15	12	8
№ 5	14	12	15	18	12	12	10	14	9	15	12	14	16	15	9
№ 6	16	18	16	19	14	14	12	15	9	14	10	16	14	17	12
№ 7	10	12	18	15	15	12	12	16	12	12	9	12	10	11	15
№ 8	11	13	12	11	12	10	10	14	14	9	8	10	8	8	11

23

Таблиця Б.2 - Вихідні дані до завдання 2

Найменування показника	Номер варіанта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тривалість операцій, хв.															
v	22	20	23	24	25	23	26	25	24	25	26	27	28	29	25
w	9	10	8	9	10	11	9	8	10	9	8	10	11	10	11
x	10	11	12	13	10	12	14	12	13	12	11	10	12	12	14
y	12	12	14	15	16	17	15	16	15	14	15	16	15	12	14
z	18	20	22	21	19	18	20	21	23	21	20	18	19	18	20
Величина партії, шт.	120	110	130	200	150	100	130	180	160	220	180	190	200	120	140

Таблиця Б.3 - Вихідні дані до завдання 3

Найменування показника	Номер варіанта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тривалість операцій, хв.															
<i>u</i>	7	8	9	10	11	9	10	11	9	8	7	8	9	7	8
<i>v</i>	10	11	13	14	15	13	16	15	14	15	16	17	18	19	15
<i>w</i>	10	10	8	9	10	11	9	8	10	9	8	10	11	10	11
<i>x</i>	16	17	12	13	18	19	14	18	19	12	18	19	17	18	14
<i>y</i>	24	22	24	25	16	17	15	16	15	14	25	16	25	12	24
<i>z</i>	6	7	8	9	10	10	9	8	9	7	8	6	7	8	10
Величина партії, шт.	200	210	230	200	250	200	230	280	260	220	280	190	200	220	240
Транспортна партія, шт.	40	50	60	40	60	50	40	80	60	70	50	60	80	70	60

Таблиця Б.4 - Вихідні дані до завдання 4

Найменування показника	Номер варіанта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тривалість операцій, хв.															
<i>u</i>	7	8	6	7	8	9	8	7	9	8	7	8	9	7	8
<i>v</i>	7	7	7	8	7	8	6	6	7	8	9	7	7	8	8
<i>w</i>	10	10	8	9	10	11	9	8	10	9	8	10	8	10	8
<i>x</i>	16	17	12	13	18	19	14	18	19	12	18	19	17	18	14
<i>y</i>	14	12	14	15	16	17	15	16	15	14	15	16	15	12	14
<i>z</i>	16	17	18	19	17	16	19	18	19	17	18	16	17	18	15
Величина партії, шт.	100	110	130	100	150	100	130	180	160	120	180	90	100	120	140
Транспортна партія, шт.	20	25	30	20	30	20	20	40	30	35	25	30	40	35	30

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 - Варіанти

№ варі- анта	Тривалість будівництва				№ варі- анта	Тривалість будівництва			
	1-й жилий будинок	2-й жилий будинок	магазин	спорт- комплекс		1-й жилий будинок	2-й жилий будинок	магазин	спорт- комплекс
1	t	$3t$	t	$2t$	19	$2t$	$2t$	t	$3t$
2	$2t$	$2t$	t	t	20	$3t$	$3t$	t	$4t$
3	$3t$	t	$2t$	$2t$	21	$4t$	t	t	$3t$
4	$3t$	$2t$	$2t$	$3t$	22	$4t$	$2t$	t	$2t$
5	$2t$	$3t$	$2t$	$2t$	23	$4t$	$3t$	$2t$	$3t$
6	t	$2t$	t	$2t$	24	$4t$	$4t$	$2t$	t
7	t	$3t$	$2t$	$2t$	25	t	$2t$	$2t$	$3t$
8	$2t$	t	t	$2t$	26	t	$4t$	$2t$	$3t$
9	$2t$	$3t$	t	$2t$	27	$3t$	$4t$	t	$3t$
10	$3t$	$3t$	$2t$	$2t$	28	$3t$	t	t	$4t$
11	$2t$	$4t$	t	$2t$	29	$2t$	$3t$	$2t$	$2t$
12	t	$4t$	t	$2t$	30	$3t$	$4t$	t	$3t$
13	$4t$	t	$2t$	$3t$	31	t	t	$2t$	$2t$
14	$4t$	$2t$	t	$2t$	32	$2t$	$2t$	t	t
15	$4t$	$2t$	$2t$	$3t$	33	$3t$	$3t$	$2t$	$2t$
16	$4t$	$3t$	t	$2t$	34	$4t$	$2t$	t	$3t$
17	$4t$	$4t$	t	$2t$	35	t	$3t$	$2t$	$2t$
18	t	t	$2t$	$2t$					

Таблиця В.2 - Варіанти

№ варіант а	Тривалість роботи бригад				№ варіанта	Тривалість роботи бригад			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	2	3	2	1	16	2	3	3	3
2	1	4	3	2	17	1	4	2	2
3	2	2	3	2	18	4	2	3	3
4	3	3	3	2	19	2	3	2	2
5	1	4	3	2	20	3	4	3	3
6	12	2	3	1	21	1	2	2	2
7	3	3	2	1	22	3	3	3	3
8	2	4	3	2	23	1	4	2	2
9	1	2	2	1	24	3	2	3	1
10	3	3	3	2	25	1	3	2	2
11	2	4	2	2	26	3	4	3	3
12	1	2	3	3	27	2	2	2	4
13	3	3	2	2	28	2	3	3	2
14	2	4	3	3	29	1	2	2	4
15	3	2	2	2	30	4	3	2	3

Продовження додатку В

Таблиця В.3 – Варіанти для розрахунку неритмічного потоку

№ варіанта	Тривалість роботи бригад				№ варіанта	Тривалість роботи бригад				№ варіанта	Тривалість роботи бригад			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1	1	3	2	3	12	3	5	2	1	23	3	2	1	3
	1	3	1	3		2	5	3	2		4	2	2	3
	2	2	1	3		3	4	3	1		3	2	2	2
	2	3	2	2		2	4	2	2		3	3	1	3
2	3	2	4	3	13	1	2	3	2	24	5	3	4	2
	3	2	3	3		2	1	2	3		5	3	4	3
	2	1	4	2		3	2	2	2		4	4	5	3
	2	1	3	3		2	3	1	1		5	4	4	3
3	1	3	2	1	14	2	1	2	2	25	2	3	4	5
	1	3	2	3		1	2	3	3		3	2	3	4
	2	2	2	2		2	2	2	2		2	3	4	3
	1	3	1	1		2	2	3	2		2	2	3	4
4	3	2	1	2	15	3	4	5	3	26	3	1	5	4
	2	2	2	3		3	3	4	3		2	2	4	3
	2	1	2	2		2	4	5	2		3	2	3	3
	3	1	1	2		3	3	4	3		2	2	4	4
5	2	4	3	1	16	1	5	3	2	27	3	2	1	4
	2	3	3	1		2	4	3	3		3	2	2	3
	2	3	2	2		2	3	2	3		2	2	1	3
	1	3	2	2		2	2	3	3		3	3	2	2
6	3	5	4	2	17	3	5	4	2	28	3	2	1	3
	2	4	3	1		4	4	3	2		4	3	2	2
	1	5	4	1		3	3	3	3		3	2	2	2
	1	4	3	2		2	3	3	3		4	3	2	2
7	5	3	3	4	18	2	3	1	1	29	4	5	2	4
	5	3	2	3		3	2	2	2		3	4	3	3
	4	2	1	2		2	3	2	1		3	4	3	4
	4	2	1	1		3	2	3	2		2	5	4	3
8	1	2	4	3	19	1	3	5	4	30	5	4	3	5
	2	3	3	3		2	2	4	3		4	4	3	5
	2	2	2	3		3	2	4	4		3	3	3	4
	2	3	1	2		2	2	3	3		4	3	3	4
9	2	3	4	1	20	2	3	5	4	31	3	2	3	4
	2	2	4	2		3	3	4	4		3	1	2	4
	1	2	2	2		2	3	3	4		2	2	2	3
	2	2	2	2		3	2	4	3		2	1	2	3
10	2	4	6	2	21	1	3	5	2	32	2	1	2	2
	3	3	5	3		2	2	5	3		2	1	3	2
	3	3	5	3		2	3	4	3		3	2	3	2
	2	2	4	3		3	2	4	2		3	2	2	3
11	1	3	2	1	22	4	2	3	1	33	3	2	3	2
	2	2	3	2		3	1	3	1		3	2	2	3
	2	2	2	2		3	1	2	2		4	3	3	2
	1	3	3	2		4	2	1	2		4	3	4	3

Таблиця Г.1 – Варіанти до лабораторної № 4

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	1	2	3	2	1	2	3	2	1
Б	А	4	4	4	5	6	5	4	6	5	5
В	А	3	3	3	4	3	4	3	5	3	4
Г	Б	3	3	3	2	3	2	3	2	4	3
Д	Б, В	5	5	5	4	5	6	5	6	4	5
Е	В	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Ж	Г, Д	2	2	2	2	3	2	3	4	2	4
З	Д	6	6	6	7	5	6	5	6	5	6
И	Д, Е	5	4	5	7	5	6	5	7	5	6
К	Ж, З, И	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1

Продовження таб. Г.1

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2
Б	А	4	4	4	4	5	6	5	6	5	4
В	А	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Г	Б	3	3	3	4	5	4	5	4	5	4
Д	Б, В	5	5	5	6	7	6	7	6	7	7
Е	В	3	3	3	2	1	2	1	2	1	2
Ж	Г, Д	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3
З	Д	6	6	6	5	4	5	4	5	6	5
И	Д, Е	5	5	5	6	7	6	7	6	7	6
К	Ж, З, И	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1

Продовження таб. Г.1

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	2	2	3	4	3	3	5	4	5
4Б	А	4	4	4	5	4	5	6	5	4	5
В	А	3	3	3	4	5	4	5	4	5	6
Г	Б	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Д	Б, В	5	5	5	4	5	6	5	4	5	4
Е	В	3	3	3	5	6	5	6	5	6	5
Ж	Г, Д	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1
З	Д	6	6	6	3	3	4	3	4	3	4
И	Д, Е	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4
К	Ж, З, И	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2

Таблиця Г.2 – Варіанти до лабораторної № 4

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	1	2	3	2	1	2	3	2	1
Б	А	4	4	4	5	6	5	4	6	5	5
В	А	3	3	3	4	3	4	3	5	3	4
Г	Б	3	3	3	2	3	2	3	2	4	3
Д	Б, В	5	5	5	4	5	6	5	6	4	5
Е	В	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Ж	Г, Д	2	2	2	2	3	2	3	4	2	4
З	Д	6	6	6	7	5	6	5	6	5	6
И	Д, Е	5	4	5	7	5	6	5	7	5	6
К	Ж, З, И	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1

Продовження табл. Г.2

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2
Б	А	4	4	4	4	5	6	5	6	5	4
В	А	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Г	Б	3	3	3	4	5	4	5	4	5	4
Д	Б, В	5	5	5	6	7	6	7	6	7	7
Е	В	3	3	3	2	1	2	1	2	1	2
Ж	Г, Д	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3
З	Д	6	6	6	5	4	5	4	5	6	5
И	Д, Е	5	5	5	6	7	6	7	6	7	6
К	Ж, З, И	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1

Продовження табл. Г.2

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	2	2	3	4	3	3	5	4	5
4Б	А	4	4	4	5	4	5	6	5	4	5
В	А	3	3	3	4	5	4	5	4	5	6
Г	Б	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Д	Б, В	5	5	5	4	5	6	5	4	5	4
Е	В	3	3	3	5	6	5	6	5	6	5
Ж	Г, Д	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1
З	Д	6	6	6	3	3	4	3	4	3	4
И	Д, Е	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4
К	Ж, З, И	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2

Таблиця Г.3 – Варіанти до лабораторної № 4

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	1	2	3	2	1	2	3	2	1
Б	А	4	4	4	5	6	5	4	6	5	5
В	А	3	3	3	4	3	4	3	5	3	4
Г	Б	3	3	3	2	3	2	3	2	4	3
Д	Б, В	5	5	5	4	5	6	5	6	4	5
Е	В	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Ж	Г, Д	2	2	2	2	3	2	3	4	2	4
З	Д	6	6	6	7	5	6	5	6	5	6
И	Д, Е	5	4	5	7	5	6	5	7	5	6
К	Ж, З, И	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1

Продовження табл. Г.3

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2
Б	А	4	4	4	4	5	6	5	6	5	4
В	А	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Г	Б	3	3	3	4	5	4	5	4	5	4
Д	Б, В	5	5	5	6	7	6	7	6	7	7
Е	В	3	3	3	2	1	2	1	2	1	2
Ж	Г, Д	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3
З	Д	6	6	6	5	4	5	4	5	6	5
И	Д, Е	5	5	5	6	7	6	7	6	7	6
К	Ж, З, И	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1

Продовження табл. Г.3

Найменування робіт	Попередні роботи	Варіанти									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість	Тривалість
А	-	2	2	2	3	4	3	3	5	4	5
4Б	А	4	4	4	5	4	5	6	5	4	5
В	А	3	3	3	4	5	4	5	4	5	6
Г	Б	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2
Д	Б, В	5	5	5	4	5	6	5	4	5	4
Е	В	3	3	3	5	6	5	6	5	6	5
Ж	Г, Д	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1
З	Д	6	6	6	3	3	4	3	4	3	4
И	Д, Е	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4
К	Ж, З, И	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання практичних завдань з курсу «Організація будівництва» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 6.092100 – «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Укладач: Олег Петрович Колонтаєвський

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2008 , поз. 406 М

Підп. до друку 2.07.08	Формат 60x841/16.	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.-друк. арк. 1,8	Обл.-вид. арк. 2,3
Тираж 100 прим.	Замовл. №.	

61002, м. Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, м. Харків, вул. Революції, 12